

УДК 630\*323.4.001.57

А.В. Солдатов, Г.А. Прешкин, Е.С. Коркин  
(Уральский государственный лесотехнический университет)

### **ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ ВЫХОД СОРТИМЕНТОВ ПРИ РАСКРЯЖЕВКЕ БЕРЕЗОВЫХ И ОСИНОВЫХ ХЛЫСТОВ С ПОШТУЧНОЙ ПРОДОЛЬНОЙ ПОДАЧЕЙ**

*Рассмотрены теоретические основы определения коэффициентов выхода круглых лесоматериалов при раскряжке березовых и осиновых хлыстов из больших выборок различного качества. Результаты исследования позволяют определять потенциальные ресурсы сортиментов при лесопользовании.*

Освоение лесных ресурсов, товарность которых не имеет тенденции к улучшению, выдвигает необходимость использования более точных методов в управлении лесозаготовительным производством. Это достигается при создании системы математических моделей и встраивания их в процесс управления. Очевидно, что эффективность складывается на всех уровнях управления технологическим процессом, каждый из которых требует соответствующую модель, достоверное нормативно-справочное и информационное обеспечение.

Нами выполнена определенная работа по созданию нормативной базы для использования в расчетах лесопользования с помощью оптимизационных моделей.

Существующие товарные таблицы не пригодны для применения в оптимизационных расчетах (Анучин, 1981). Известен метод создания информационной базы для заполнения линейной модели расчета сортиментных заданий конкретным содержанием. Он основан на моделировании раскряжки математических моделей древесных стволов (Степак, 1974; Прешкин, Солдатов, 1989). При раскряжке листовых и низкотоварных хлыстов такой подход к расчету коэффициентов максимального выхода (КМВ) сортиментов трудно признать удовлетворительным.

Длительный период в производственных условиях лесозаготовительных предприятий Башкортостана выполнялись массовые раскряжки поступающих без специального подбора хлыстов, описывались их размерные и качественные параметры. Информация о хлыстах и полученных из них сортиментов регистрировалась в специально разработанных информационных картах. Затем в камеральных условиях выполнялась их моделированная раскряжка по разработанному вариантам специализированной раскряжки хлыстов (СРХ) с учетом существующих технических требований на круглые лесоматериалы. Причем приоритет в вариантах модели-

рованной раскряжевки отдавался определенному сортименту с целью выявления потенциального объема его выпуска. При раскрое хлыста учитывалась номенклатура сортиментов и их типоразмеры, выпиленные на нижних складах.

По окончании условной раскряжевки моделей березовых и осиновых хлыстов информация обрабатывается на ЭВМ по специально созданному программному обеспечению.

Для обоснования эффективности раскряжевки опытных партий хлыстов расчеты коэффициентов максимального выхода сортиментов (КМВ) выполнялись по формуле:

$$K_i^{gr} = \frac{\sum_{j \in J} \sum_{s \in \varphi} V_{isj}^{gr}}{0,01 \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} V_{ij}^{gr}}, \quad g \in y, r \in R \quad (1)$$

где  $K_i^{gr}$  – коэффициент выхода  $i$ -го сортимента из хлыстов  $g$ -й выборки по  $г$ -му варианту раскряжевки, %;  $V_{isj}^{gr}$  – объем  $i$ -го сортимента  $s$ -го сорта, полученного из  $j$ -го хлыста  $g$ -й выборки по  $г$ -му варианту раскряжевки,  $m^3$ ;  $V_{ij}^{gr}$  – объем  $j$ -го хлыста без коры входящего в  $g$ -ю выборку при  $г$ -м варианте раскряжевки,  $m^3$ .

Для более широкого использования имеющейся информации о раскряжке хлыстов коэффициенты максимального выхода основных сортиментов рассчитываются для хлыстов различной товарности (группы качества) и разрядов высот по ступеням толщин через 4 см. При установлении разрядов высот применяется таблица сбегов древесных стволов и фактические значения диаметров сечений в коре на 3 и 9 м от комлевого среза у хлыстов той или иной толщины, частота встречаемости которой в выборке оказывалась преобладающей, а также соответствующие замеры хлыстов соседних ступеней толщины. Такой способ идентификации среднего разряда высот обусловлен отсутствием возможности измерять всю длину древесного ствола из-за различной степени укорочения вершинной части, которое имеет место при существующей в опорных леспромхозах технологии лесосечных работ.

При расчете КМВ сортиментов по ступеням толщины хлыстов различной крупности и товарности используется выражение

$$K^{t\varphi\mu} = \frac{\left( \sum_{j \in J} \sum_{s \in \varphi_i} V_{ist}^{t\varphi\mu} \right) 100}{\sum_{j \in J} V_j^{t\varphi\mu}}, \quad (2)$$

где  $K_i^{\text{тм}}$  - КМВ  $i$ -го сортимента, заготовленного из хлыстов  $t$ -й ступени толщины  $\phi$ -й группы качества и  $\mu$ -го разряда высот, %;  $V_{is}^{\text{тм}}$  – объем  $i$ -го сортимента  $s$ -го сорторазмера, полученного из  $j$ -го хлыста  $\phi$ -й группы качества  $t$ -й ступени толщины и  $\mu$ -го разряда высот,  $\text{м}^3$ ;  $V_j^{\text{тм}}$  – объем  $j$ -го хлыста без коры  $t$ -й ступени толщины  $\phi$ -й группы качества и  $\mu$ -го разряда высот,  $\text{м}^3$ .

Методика расчета КМВ сортиментов из выборок хлыстов в значительной мере совпадает с известными принципами методик расчета товарных таблиц. Для выявления среднего КМВ сортимента из выборки хлыстов определенной крупности и группы качества используются значения КМВ этого сортимента из хлыстов по ступеням толщин, которые затем численно интегрируются по соответствующим значениям частот распределения объемов древесины в выборке. Расчеты выполняются по формуле

$$K_{is}^{D\phi\mu} = 0,01 \sum_{t \in T} \sum_{s \in \phi_i} K_{ist}^{\phi\mu} \rho_t^{0D}, \quad i \in I, \phi \in \Phi, \mu \in M \quad (3)$$

где  $K_{is}^{D\phi\mu}$  – соответственно коэффициент максимального выхода (%)  $i$ -го сортимента, полученного при СРХ  $j$ -й категории качества  $\mu$ -го разряда высот при средней толщине хлыстов в выборке, равной  $D$ , см;  $\rho_t^{0D}$  – значение плотности распределения объема хлыстов для  $t$ -й ступени толщины при средней толщине хлыстов в выборке  $D$ , %.

Для расчетов используются значения КМВ, полученные ранее в процессе моделирования СРХ для сортиментов одного или двух типоразмеров. Диапазон таксационных характеристик выбирается с учетом экспериментального материала наблюдений в пределах 8-10 ступеней толщин хлыстов 2, 3 и 4 разрядов высот при средних диаметрах хлыстов 16-32 см, встречаемость которых наиболее вероятна в условиях опорных леспромхозов.

Исходя из опыта выполнения подобных исследований, в качестве нулевой гипотезы принимается модель нормального распределения хлыстов по ступеням толщин. Затем осуществляется статистическая оценка экспериментальных рядов распределения на нормальность по критериям  $\chi^2$  Пирсона при уровне значимости  $\leq 0,1$ . Если в  $\frac{1}{4}$  случаев подтвердится справедливость гипотезы нормального распределения, то модель считается приемлемой для практических целей. Тогда, используя свойства нормального распределения, можно определить доленое участие хлыстов каждой ступени толщины в зависимости от среднего диаметра выборки  $D$  (основного параметра) и его среднеквадратического отклонения ( $G$ ) по формулам

$$P_i = \{d \leq d_i \leq \beta\} = \Phi\left(\frac{\beta - D_i}{G}\right) - \Phi\left(\frac{\alpha - D_i}{G}\right); \quad (4)$$

$$D_1 = \frac{\sum_{i=1}^n n_i d_i}{\sum_{i=1}^n n_i}; \quad (5)$$

$$G^2 = \frac{\sum_{i=1}^n n_i (d_i - D_1)^2}{\sum_{i=1}^n n_i - 1} - \frac{h^2}{12}; \quad (6)$$

$$G = \sqrt{G^2}, \quad (7)$$

где  $\alpha$  и  $\beta$  – группы интервала, для которого находим вероятность появления случайной величины:

$$\alpha = d_i - \frac{h}{2}; \quad \beta = d_i + \frac{h}{2}, \quad (8)$$

где  $h$  – шаг интервала, ступень толщины, равная 4 см;  $d_i$  – оцениваемый параметр, значение  $i$ -й ступени толщины хлыста, см;  $\Phi$  – нормированная функция Лапласа, определяется по статистической таблице;  $h^2/12$  – поправка Шепарда;  $n_i$  – число хлыстов  $i$ -й ступени толщины, шт;  $G$  – среднеквадратическое отклонение, см;  $G^2$  – дисперсия выборки, см.

Анализ статистических характеристик экспериментальных выборок хлыстов показывает наличие связи между  $D$  и его  $G$ . Уравнение этой связи, рассчитанное для березовых и осиновых хлыстов, показывает наличие линейной зависимости и имеет вид соответственно

$$G_{бер} = 0,412D - 3,684; \quad (9)$$

$$G_{ос} = 0,36D - 3,75. \quad (10)$$

После подстановки выражения (9) и (10) в формулу (4) последняя примет вид:

$$P_i^{бер} = \Phi\left(\frac{\beta - D}{0,412D - 3,684}\right) - \Phi\left(\frac{\alpha - D}{0,412D - 3,684}\right), \quad (11)$$

$$P_i^{ос} = \Phi\left(\frac{\beta - D}{0,36D - 3,75}\right) - \Phi\left(\frac{\alpha - D}{0,36D - 3,75}\right) \quad (12)$$

Преобразованная формула Лапласа (11) и (12) позволяет рассчитать вероятность попадания определенного числа хлыстов в заданный интервал (ступень толщины), когда известен только средний диаметр выборки. Однако гораздо практичнее при определении ресурсов выхода сортиментов из больших партий хлыстов различной крупности и товарности пользоваться формулой, позволяющей непосредственно находить плотность распределения объемов древесины по ступеням толщин. Для этого требуется выявить изменение основного параметра  $D$  распределений хлыстов, которое вносится другой переменной величиной.

Расчет показывает, что сдвиг вершин кривых распределений числа древесных стволов и их объемов по ступеням толщины зависит от среднего диаметра выборки. При экспериментальном исследовании выявлено, что сдвиг средних  $D^0$  может быть описан уравнением связи в виде линейной функции соответственно для березовых и осиновых выборок хлыстов:

$$\Delta_{\text{бер}} = 0,44D - 5,52, \quad (13)$$

$$\Delta_{\text{ос}} = 0,09D + 1,01. \quad (14)$$

Тогда

$$D^0_{\text{бер}} = D + 0,44D - 5,52, \quad (15)$$

$$D^0_{\text{ос}} = D + 0,09D + 1,01, \quad (16)$$

где  $D^0$  — приведенное значение средней крупности при определении объемов древесины в выборке по ступеням толщин, см.

После подстановки выражений (15) и (16) в формулы (11) и (12) получим

$$\begin{aligned} P_{\text{бер}}^D &= \Phi\left(\frac{d_i + \frac{h}{2} - D + (0,44D - 5,52)}{0,412D - 3,684}\right) - \Phi\left(\frac{d_i - \frac{h}{2} - D + (0,44D - 5,52)}{0,412D - 3,684}\right) = \\ &= \Phi\left(\frac{d_i + \frac{h}{2} - 0,56D - 5,52}{0,412D - 3,684}\right) - \Phi\left(\frac{d_i - \frac{h}{2} - 0,56D - 5,52}{0,412D - 3,684}\right), \end{aligned} \quad (17)$$

$$\begin{aligned} P_{\text{ос}}^D &= \Phi\left(\frac{d_i + \frac{h}{2} - D + (0,09D + 1,01)}{0,36D - 3,75}\right) - \Phi\left(\frac{d_i - \frac{h}{2} - D + (0,09D + 1,01)}{0,36D - 3,75}\right) = \\ &= \Phi\left(\frac{d_i + \frac{h}{2} - 0,91D + 1,01}{0,36D - 3,75}\right) - \Phi\left(\frac{d_i - \frac{h}{2} - 0,91D + 1,01}{0,36D - 3,75}\right). \end{aligned} \quad (18)$$

Таким образом, преобразованная функция Лапласа (17) и (18) дает возможность определить плотность распределения объемов древесины по ступеням толщины при известном значении выборочного среднего диаметра березовых и осиновых хлыстов. Для удобства практического использования полученных результатов зависимости  $K_D$  от средней крупности и товарности хлыстов описываются уравнениями связи (Прешкин, Солдатов, 1989).

### Библиографический список

Анучин Н.П. Сортиментные и товарные таблицы. М.: Лесн. пром-сть, 1981. 536 с.

Прешкин Г.А., Солдатов А.В. Моделирование специализированной раскряжевки осиновых и березовых хлыстов // Лесн. журн. 1989. № 3. С. 43-48.

Степаков Г.А. Оптимизация производства круглых лесоматериалов. М.: Лесн. пром-сть, 1974. 160 с.